Centro Agrícola, 34(2): 33-37; enero-marzo, 2007
ISSN:0253-5785
CE: 90,06 CF: cag072071540



Efecto de la incorporación del abono verde *Azolla* en la reducción de afectaciones causadas por fitonematodos en cultivos de organopónicos

Effect of incorporation of Azolla green abono in the reduction of phytonematodes affection in organoponic gardens crops

Rodolfo Castro Álvarez [1], Maribel Rodríguez Pulido[2], Gloria E. Álvarez Morales[3], Moiset Gil Pérez[1], René Novo Sordo[4], Rodolfo Castro Menduiña[1], Sandra H. Díaz Solís[1].

[1] Estación Experimental del Arroz "Los Palacios".
[2] Instituto Nacional de Reserva Estatal.
[3] Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
[4] Universidad Agraria de La Habana.

RESUMEN. El trabajo se realizó desde el año 2000 hasta el 2003, en el Organopónico INRE de Los Palacios en Pinar del Río, en canteros con alto grado de infestación de nematodos fitoparásitos productores de agallas del género *Meloidogyne*. Se emplearon dos tratamientos: un control e incorporación de *Azolla* como abono verde a razón de 2 kg/m^2. Los resultados obtenidos mostraron que la incorporación del helecho reduce los daños por nematodos fitoparásitos y se incrementan los rendimientos en pepino, remolacha, zanahoria, tomate, acelga y lechuga. En este último cultivo se comprobó que las agallas en las raíces se redujeron durante dos cosechas consecutivas.

Palabras clave: Azolla, control de nematodos, hortalizas.

ABSTRACT. This work was carried out from the year 2000 to 2003, in the urban organic garden "INRE of Los Palacios" in the province of Pinar del Río, where plants in raised garden beds show a high degree of infection by the canker-producing parasitic nematode *Meloidogyne* sp. To test the effects of *Azolla* incorporation, two treatments were used: an application of *Azolla* mulch at a rate of 2 kg/m^2 and a control. The results showed that incorporation of the fern reduced nematode parasite damage and yields were increased in cucumber, beet, carrot, tomato, beet and lettuce. In this latter crop root cankers were shown to decrease during two consecutive harvests.

Key words: Azolla, nematodes control, vegetables.

INTRODUCCIÓN

En el sistema de organopónicos la calidad de los sustratos empleados constituye un aspecto de vital importancia ya que los mismos se degradan con el tiempo, pierden la riqueza en nutrientes y son propensos a la infestación con nematodos fitoparásitos, lo que ocasiona, después de cosechas sucesivas, pérdidas en los rendimientos y calidad de los cultivos. (MINAGRI, 2001)

Los nematodos constituyen una de las plagas más devastadoras en los organopónicos, ya que ocasionan serias reducciones en los rendimientos y pueden incluso llegar a la inutilización de los sustratos por altos niveles de infestación. Los daños más significativos son producidos por el género *Meloidogyne*. (Rodríguez *et al*., 2003)

Los plaguicidas recomendados como nematicidas son extremadamente costosos y sobre todo muy tóxicos para los seres humanos que residen cerca de los organopónicos o que laboran en ellos (Gutiérrez *et al*., 2003). Para el control de esta plaga existen alternativas orgánicas que son inocuas al medio ambiente.

Azolla es un helecho acuático con pequeñas hojas alternas, que vive en simbiosis con cianobacterias, las cuales fijan el nitrógeno atmosférico. Este helecho posee además, una composición química tal que al descomponerse pudieran producirse sustancias con

características nematicidas (Tahmid *et al*.; Castro *et al*., 2003) por lo que podría ser utilizado con alta eficacia para mejorar la calidad de los sustratos.

El trabajo se desarrolló con la finalidad de determinar el efecto de la incorporación de *Azolla* sobre la población de nematodos productores de agallas en diferentes cultivos en condiciones de organopónico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el periodo comprendido entre los años 2000 y 2003, en el organopónico INRE de Los Palacios en Pinar del Río, el cual posee un sustrato de cachaza más gallinaza (1:1) con 3 años de explotación. En este trabajo se emplearon dos tratamientos, un control y uno en que se aplicó *Azolla* fresca a razón de 2 kg/m^2. Ambos tratamientos se emplearon en canteros infestados por nematodos fitoparásitos (*Meloidogyne* sp.) y las evaluaciones en los cultivos se realizaron a los 60 días de la germinación en 20 plantas tomadas al azar. Se empleó la escala de evaluación siguiente:

Grados de Infestación	Denominación*
1	No presencia (0 agalla / planta)
2	Muy escasa (de 0 a 2 agallas / planta)
3	Infestación leve (2,1 a 3 agallas / planta)
4	Infestación media (3,1 a 5 agallas / planta)
5	Muy infestado (5,1 a 8 agallas / planta)
6	Altamente infestado (+ de 8 agallas / planta)

* Promedio de observaciones realizadas a las raíces de 20 plantas.

En cuatro canteros (experimento 1) de 15 m^2 se sembraron los cultivos lechuga (BSS 13) y pepino (Hatuey), este último, informado como especie altamente sensible al ataque de nematodos, durante los meses de septiembre a marzo (época de invierno, 2000-2001). Fueron evaluadas las afectaciones por nematodos y se determinó el rendimiento. El diseño empleado fue completamente aleatorizado. A los datos del rendimiento se le realizó un análisis de varianza. El experimento se repitió por dos siembras.

En doce canteros (experimento 2), divididos en cuatro partes iguales cada uno, se sembraron los cultivos lechuga, pepino, remolacha, zanahoria, tomate y acelga, en la época de invierno (2001-2002). Como en el caso anterior cada uno fue sembrado sobre sustrato sin tratar y tratado con *Azolla;* Se evaluó solo el número de agallas causadas por nematodos y se utilizó la escala antes mencionada.

Otros cuatro nuevos canteros (experimento 3) se sembraron de forma directa con lechuga variedad BSS-13 para evaluar la residualidad de la aplicación de *Azolla* sobre los daños que causan los nematodos durante la época de invierno (2002-2003) , en la que se realizaron 5 siembras consecutivas, una inicial sin tratar y 4 posteriores empleando los dos tratamientos antes mencionados, a los cuales se les realizaron las evaluaciones de las afectaciones por nematodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los cuatro primeros canteros (experimento 1) sembrados solamente con lechuga y pepino en la época de invierno (2000-2001) se determinó que con la incorporación de *Azolla* se reduce el número de agallas en las raíces de estos cultivos y, por consiguiente, de nematodos fitoparásitos en el suelo (tabla 1), similar efecto fue encontrado sobre los nematodos parásitos en cultivos de hortalizas al incorporar abonos verdes. (Díaz-Viruliche *et al*., 2000)

Tabla 1. Número de agallas en las raíces para cada tratamiento (expresado en el grado de la escala)

Tratamientos		Infestación Siembra 1		Infestación Siembra 2	
		Antes de la aplicación de *Azolla*	Después de la aplicación de *Azolla*	Antes de la aplicación de *Azolla*	Después de la aplicación de *Azolla*
Lechuga	Control	6	6	5	6
	Con *Azolla*	5	1	6	2
Pepino	Control	4	5	4	6
	Con *Azolla*	5	2	6	2

Estos resultados coinciden con lo publicado en la India (Singtran, 1998) donde se logra reducir las cantidades de nematodos fitoparásitos en el suelo con el uso de *Azolla*.

La acción de los microorganismos sobre la materia orgánica durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos que pueden actuar en el control de los patógenos del suelo. El amoniaco, nitratos, sulfhídrico y un gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos pueden producir una acción nematicida directa, afectar la eclosión de los huevos o la movilidad de los juveniles de nematodos; los fenoles y los taninos son también nematicidas a ciertas concentraciones, por ello es difícil determinar con exactitud qué sustancia es responsable de la muerte de los nematodos. (Bello *et al*., 1999a, 1999b y 2000)

Los nematicidas son de los plaguicidas más caros, agresivos al medio y tóxicos para el ser humano; estas sustancias pueden llegar a acumularse en las hojas y frutos, y luego al ser ingeridos por el hombre crearle enfermedades. Si en lugar de aplicarlos se realizaran incorporaciones del helecho *Azolla* se producirían verduras de alta calidad por no estar contaminadas con estos productos.

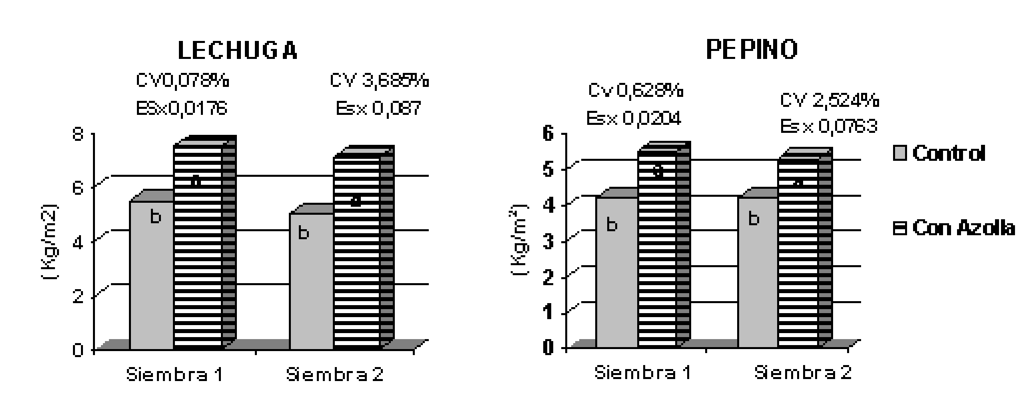


Figura 1. Rendimiento de los cultivos

Por otra parte, el rendimiento en el tratamiento en que se usó *Azolla* (figura 1) fue significativamente superior al tratamiento en que no se incorporó el helecho tanto en la siembra 1 como en la 2 para ambos cultivos, superándolo en el caso de la lechuga en 2 kg/m^2 y en, el caso del pepino en 1 kg/m^2. Este incremento está dado por el aporte de nutrientes al descomponerse el helecho, por las mejores condiciones físico-químicas que se crean en el suelo con la aplicación de dicho abono verde, según lo señalado en otros estudios (García *et al.*, 2001), y por la disminución de las afectaciones de los nematodos fitoparásitos, y de los perjuicios visibles en el sistema radical que limitan directa o indirectamente las funciones de la planta.

En los doce canteros (experimento 2) que se sembraron en la época de invierno (2001-2002) con seis cultivos: acelga, lechuga, pepino, remolacha, tomate y zanahoria, se evaluaron los nematodos fitoparásitos (tabla 2). Se observó una disminución del número de agallas provocadas por nemátodos en las raíces de estos cultivos, por lo que se redujeron las afectaciones al rendimiento. Por ello en estas especies hortícolas es posible utilizar *Azolla* incorporada para reducir las afectaciones por nematodos.

En los últimos cuatro canteros (experimento 3) que fueron sembrados de lechuga durante la época de invierno (2002-2003) la residualidad de las incorporaciones de *Azolla*, solo se mostró en la primera y segunda siembras, donde se redujeron las afectaciones desde un 25 % hasta un 75 %, lo que constituyó un efecto positivo. Sin embargo, de la tercera siembra en adelante el grado de infestación fue igual o superior al inicial, por lo que el efecto de la incorporación de *Azolla* fresca a razón de 2 kg/m^2 sobre el número de agallas en las raíces de las plantas fue evidente en las dos primeras siembras de lechuga, por lo que fue necesario repetir la aplicación a partir del final de la segunda siembra consecutiva. Este efecto es debido a la alta velocidad de

descomposición del helecho, facilitado por su baja relación C/N (8,5). Al parecer, al cabo de los 120 días comienzan a disminuir las sustancias antes mencionadas que se emanan al medio por la descomposición de Azolla, incrementándose así las afectaciones por nematodos.

Tabla 2. Grado de infestación de nematodos en las raíces de diferentes cultivos

Tratamientos		Infestación (Promedio) Antes de la aplicación de Azolla	Infestación (Promedio) Después de la aplicación de Azolla	Efectividad Técnica (%)
Lechuga	Control	6	6	66.6
	Con *Azolla*	6	2	
Pepino	Control	4	5	60
	Con *Azolla*	5	2	
Remolacha	Control	6	6	50
	Con *Azolla*	6	3	
Zanahoria	Control	5	6	60
	Con *Azolla*	5	2	
Tomate	Control	5	5	80
	Con *Azolla*	5	1	
Acelga	Control	5	6	60
	Con *Azolla*	5	2	

Tabla 3. Efecto de la incorporación de Azolla sobre el número de agallas (expresado en el grado de la escala)en sucesivas siembras de lechuga

	Infección Inicial sin tratar	Primera siembra	Segunda siembra	Tercera siembra	Cuarta siembra
Testigo	4	6	5	6	6
Azolla	4	1	3	4	6

CONCLUSIONES

1. La incorporación de *Azolla* en el sustrato a 2 kg/m^2 mostró un efecto nematicida en todos los cultivos empleados, disminuyendo el grado de infestación y la formación de agallas.

2. Los tratamientos con *Azolla* tuvieron una Efectividad Técnica desde un 50 % en remolacha hasta un 80 % en tomate.

3. La permanencia del residuo de *Azolla* en los canteros tiene un máximo de 2 cosechas.

BIBLIOGRAFÍA

Bello, A.; J. A. López-Pérez; L. Días-Viruliche; L. de León R. Sanz and M. Escuer. Local resources as Metyl Bromide alternatives in nematodes control. Abstracts of the XXXI Annual Meetng ONTA, june 21-25 San Juan, Puerto Rico, Nematropica 29, 116, 1999a.

Bello, A.; J. A. López-Pérez, L. Días-Viruliche; R. Sanz; M. Arias: Bio-fumigatión and local resources as methyl Bromide alternatives. Abstracts 3rt International Workshop "Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries, 7-10 December, Heraclion, Creta, Grecia, 17 p, 1999b.

Bello, A.; J. A. López-Pérez, R. Sanz; M. Escuer and J. Herrero: Biofumigantion and organic amendments. Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries, United Nations Enviroment Programme (UNEP), Francia, pp 113-141, 2000.

Castro R. A.; R. Novo; R. Castro y M. Gill: Simbiosis Azolla-Anabaena una opción sostenible para incrementar los rendimientos en el arroz popular. Programa/Resúmenes. V Encuentro de Agricultura Orgánica, 27-30 de mayo del 2003 Palacio de las Convenciones, La Habana, p. 170, 2003.

5.Cuba, MINAGRI: Grupo Nacional de Agricultura

Urbana. *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos Intensivos*, Ed. AGRINFOR, 2001,La Habana, 2001.

Díaz-Viruliche, L.; A. Pinilla; J. A. López Pérez y A. Bello. Biominerales y efecto biofumugante de los abonos verdes. XXXII Annual Meetng ONTA, April 16-20, 2000, Auburn, Alabama, USA.51.

García M.; M. Álvarez y E. Treto: ¨Estudio comparativo de diferentes especies de abonos verdes y su influencia en el cultivo del maíz¨, Cultivos Tropicales, 23(3): 13-30, 2001.

GUTIÉRREZ A.; D. BELLON y G. M. HANG: Salud, Medio Ambiente y uso de agroquímicos. El caso de la horticultura del Partido de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, en V Encuentro de Agricultura Orgánica, 2003.

RODRÍGUEZ M. G.; L. SÁNCHEZ; L. HIDALGO; L. GOMEZ, y otros. *Meloidogyne* spp. Plaga de las hortalizas: Alternativas no químicas para su manejo en sistemas de cultivos protegido. Programa/Resúmenes. V Encuentro de Agricultura Orgánica, 27-30 de mayo del 2003, Palacio de las Convenciones, La Habana, p. 147.

Singtran K: Dinamarca de la Mineralización de la *Azolla* y su efecto sobre los nematodos del suelo. Food and Agriculture. New-Pélix, India, 1998.

TAHMID, H. ANSARI, M. A. MALEK; M. U. AHMED, SOTA TANAKA AND TETSUSHI YOSHIDA: ¨Azolla in management of root-knot nematodes in okra¨, *Source Pakistan Journal of Biological Sciences* 5(6): 665-668, 2003.

Recibido: *20/Diciembre/2006*
Aceptado: *12/Febrero/2006*